

「気候変動のアルキカタ」

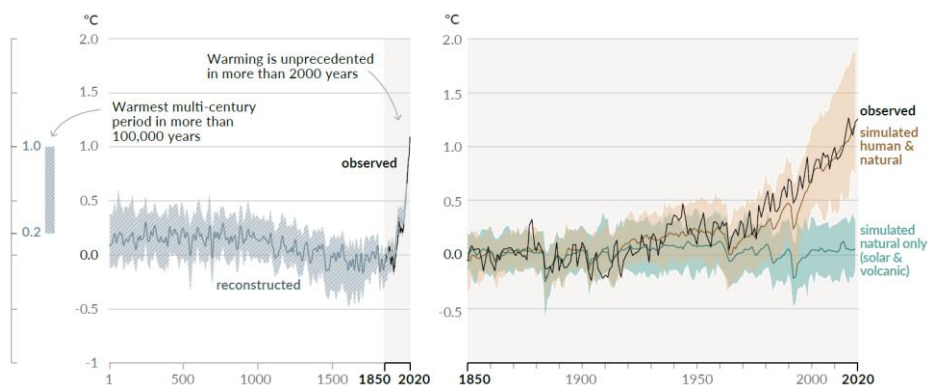
近頃、「気候変動」という言葉を聞かない日はない。例えば、世界経済フォーラムが毎年発表しているグローバルリスクランキングでは、今後 10 年間で発生する可能性が高い、または影響が大きいリスクとして、「気候変動対策の失敗」が例年上位に来る¹など、世界的に関心が高い。また直近では今年 8 月 9 日に、**気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 6 次評価報告書第 1 作業部会報告書**が公表され、「人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」と結論付けられたところである²。そこで、本稿では改めて気候変動とは何か、何が起きているのか、そしてその影響について、最新の知見および動向をまとめ報告する。

1. 「気候変動」? 「温暖化」?

「気候変動」というのは、気候状態が変化することを意味し、それ自体は過去にも自然に起こっていることである。よって、「温暖化」も「寒冷化」もあり、地球はその長い歴史の中で過去に何度も大きな気候変動を経験している。例えば 5600 万年前 (恐竜絶滅後、哺乳類が栄えた時代) には、約 5℃の気温上昇 (温暖化) があったとされ³、これは将来予測されているシナリオのうち、化石燃料を使い続けた場合と同レベルの上昇値である。また、この時代の地層には急激な生物相の変化が見られたことがわかっており、これは多くの生物が絶滅したことを示している。当時の温暖化も急激であったと考えられているが、現在我々が経験している温暖化の進行速度は当時よりも数倍のペースである。また過去 2000 年程度においても、近年の気温上昇は異例な状況といえよう (図 1)。

■ 図 1 世界の地上平均気温の推移と近年の昇温原因

(1850~1900 年基準。左図：過去 2020 年の世界気温変化(10 年平均)、



出典：IPCC 第 6 次評価報告書第 1 作業部会報告書政策決定者向け要約

¹ The Global Risks Report 2021, <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2021>

² Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) Sixth Assessment Report Working group1, “The Physical Science Basis of Climate Change” Summary for Policymakers, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

³ 国立環境研究所環境展望台, 海外ニュース, 2012.02.23, <https://tenbou.nies.go.jp/news/fnews/detail.php?i=7755>

そもそも、地球温暖化はどのように起こっているのだろうか。太陽の日射の約7割が地表面に吸収され、地表面は吸収した熱を赤外線として大気に放出している。CO₂をはじめとした温室効果ガスと呼ばれる気体は、この赤外線を熱として蓄える性質をもち、大気を暖めている。したがって、ある程度の定常量で均衡した温室効果ガスは、現在の温暖な気候や生態系の維持には欠かせないのである⁴。

一方、産業革命以降、石油や石炭といった化石燃料が燃焼され、エネルギーに変換される際に排出されるCO₂の量が増加し続けてきたことで、この均衡が破られている。温室効果ガスが増加すると、より大気が暖められ、暖められた大気が地表や海面、海氷面を暖め、その結果、さまざまな気象や気候への影響が現れる。また、大気中のCO₂の滞在時間は長く、数十年から数百年にもなるため、現在のCO₂排出によって100年後、200年後の世界、すなわち、子や孫の世界に影響を与えているともいえる。

<コラム1> ~IPCCってなに?~

IPCCは、Intergovernmental Panel on Climate Change：気候変動に関する政府間パネルの略であり、1988年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立された組織である。第1次報告書が1990年に出版されて以来、気候研究者の知見の集大成を長年発表してきており、2007年にはノーベル平和賞を受賞、直近では2021年8月9日に第6次評価報告書第1作業部会報告書（AR6/WG1）が公表された⁵。設立以来、人間活動が温暖化の原因となっている可能性に言及してきたが、本報告書では初めて「疑う余地はない」と断定した。また、過去の報告書よりも地域の変化について具体的な記述をしている。例えば日本付近では、台風の強度ピークがより日本に近い中緯度側へ近づくこと、非常に強い台風の発生頻度が増加することを示した。つまり、日本に近づく台風による災害の激甚化が予想される。気候予測研究が進歩したということ、前回の報告書時点よりも明確に気候変動の影響が大きくなってきているという両面によって、以前より強いメッセージが出せるようになったといえる。

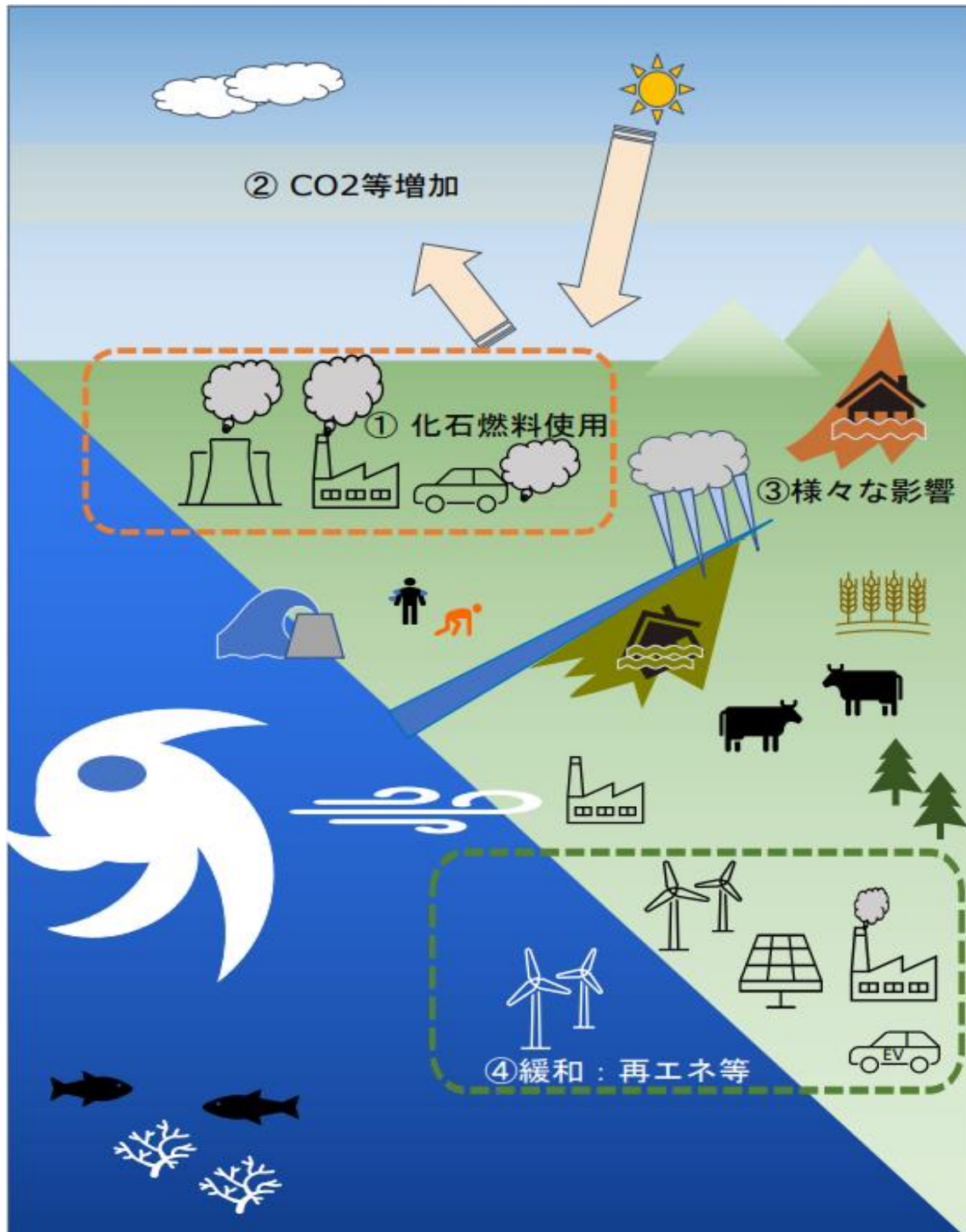
⁴ 温室効果ガスがもし全くなければ、地球は平均マイナス19℃という過酷な惑星になってしまう。

⁵ 東京海上研究所 SENSORNo.59「IPCC第6次評価報告書（WG1）の概要」

<https://www.tmresearch.co.jp/sensor/pdf/sensor059.pdf>

■ 図2 地球温暖化の概観

①化石燃料使用によるCO₂等排出が原因となり、②大気中CO₂濃度が増加し、③様々な影響（2章）が出る。これを和らげるため、④再生可能エネルギー利用等の緩和や適応が急がれる。



2. 地球温暖化によって起こる影響

(1) 温暖化すると何が起こる？

IPCC のレポートでは、社会や生態系のある要素に影響を与える物理的な気候システムを Climatic impact-drivers(CIDs)として、その変化を確信度と共に示している。例えば、非常に雨の多い、または少ない地域では、その傾向が強まることで、洪水や干ばつの頻度や強度が増加するとされている。その他、台風などの熱帯低気圧のピーク強度が増加することや、海面上昇や高潮に伴う沿岸での洪水の頻度や強度の増加、さらにこれらの要素が複合して発生する頻度が増す事も指摘されており、これらの影響はいずれも「確信度が高い」とされている。

(2) 日本の気候はどうなる？

文部科学省・気象庁「日本の気候変動 2020」⁶によると（図 3）、日本でも、平均気温上昇と極端な高温の頻度増加が予測されている。湿潤な日本で起こりやすい変化としては、温暖化に伴い大気中の水蒸気が増加し、大雨や短時間強雨が増加、台風も強度を増し、これらに起因する洪水・土砂災害の頻度や強度も増加することが予想されている。また、海面上昇に起因する高潮の脅威も増大する。海洋は CO₂ を吸収するため酸性化が進み、生態系への影響も懸念されている。

■ 図 3 日本の気候への影響（21 世紀末の日本）



⁶ 文部科学省・気象庁「日本の気候変動 2020」, <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>

■ 図4 日本における気候変動の社会的な影響

気候変動影響評価の結果一覧						
分野	大項目	小項目	重大性 (RCP2.6/8.5)	緊急性	確信度	
農業・林業・水産業	農業	水稲	●●	●	●	
		野菜等	●●	●	●	
		果樹	●●	●	●	
		麦・大豆・飼料作物等	●●	●	●	
		畜産	●●	●	●	
		病害虫・雑草等	●●	●	●	
	水産業	漁業生産基盤	●●	●	●	
		食料需給	●●	●	●	
	林業	木材生産(人工林等)	●●	●	●	
		特用林産物(さごこ類等)	●●	●	●	
	水産業	回遊性魚介類(魚類等の生態)	●●	●	●	
		沿岸域・内水圏漁場環境等	●●	●	●	
	水環境・水資源	水環境	河川	●●	●	●
			沿岸域及び閉鎖性海域	●●	●	●
水資源		水供給(地表水)	●●	●	●	
		水供給(地下水)	●●	●	●	
自然生態系	陸域生態系	高山・亜高山帯	●●	●	●	
		自然林・二次林	●●	●	●	
		里地・里山生態系	●●	●	●	
		人工林	●●	●	●	
	淡水生態系	野生鳥獣の影響	●●	●	●	
		物質収支	●●	●	●	
	沿岸生態系	河川	●●	●	●	
		湖沼	●●	●	●	
	海洋生態系	亜熱帯	●●	●	●	
		温帯・亜寒帯	●●	●	●	
	自然生態系	その他	生物季節	●●	●	●
			分布・個体群の変動 (在来生物) (外来生物)	●●	●	●
		生態系サービス	流域の栄養塩・懸濁物質の保持機能等	●●	●	●
			沿岸域の藻類生態系による水産資源の供給機能等 サンゴ礁によるEco-DRR機能等 自然生態系と関連するレジリエーション機能等	●●	●	●
健康	自然災害・沿岸域	洪水	●●	●	●	
		内水	●●	●	●	
	沿岸	海面水位の上昇	●●	●	●	
		高潮・高波	●●	●	●	
	山地	海岸侵食	●●	●	●	
		土石流・地すべり等	●●	●	●	
	その他	強風等	●●	●	●	
		複合的な災害影響	●●	●	●	
	健康	暑熱	冬季の温暖化	●●	●	●
			死亡リスク等	●●	●	●
		感染症	熱中症等	●●	●	●
			水系・食品媒介性感染症 節足動物媒介感染症 その他の感染症	●●	●	●
		その他	温暖化と大気汚染の複合影響	●●	●	●
			脆弱性が高い集団への影響 (高齢者・小児・基礎疾患患者等) その他の健康影響	●●	●	●
産業・経済活動	製造業	食品製造業	●●	●	●	
		エネルギー	●●	●	●	
	商業	エネルギー供給	●●	●	●	
		小売業	●●	●	●	
	金融・保険	レジャー	●●	●	●	
		観光業	●●	●	●	
	建設業	建設業	●●	●	●	
		医療	●●	●	●	
	その他	海外影響	●●	●	●	
		その他	●●	●	●	
国民生活・都市生活	都市生活	都市インフラ、ライフライン等	●●	●	●	
		文化・歴史などを 感じる暮らし	●●	●	●	
	その他	暑熱による生活への影響等	●●	●	●	
分野間の 影響の連鎖	インフラ・ライフラインの途絶に伴う影響	●●	●	●		

重要性
● : 特に重大な影響が認められる
▲ : 影響が認められる
— : 現状では評価できない
緊急性・確信度
● : 高い
▲ : 中程度
■ : 低い
— : 現状では評価できない

※重大性については、一部の項目においてRCP2.6/8.5シナリオに沿って評価を実施

※表中の●は、第1次影響評価から項目・評価結果の変更・更新があった箇所
 ※表中の▲は、重大性または緊急性の評価が上方に変更された項目
 ※表中の■は、今回の評価で新たに追加された項目

出典：環境省「パンフレット『気候変動で私たちの生活はどう変わる？ ～気候変動影響評価報告書～』」

(3) 社会への影響は？

環境省「気候変動影響評価報告書」⁷⁾によると(図4)、温暖化の社会への影響として、災害の頻発化や激甚化によって、人命や財産、インフラやライフラインへの直接的な脅威が懸念されている。農林水産業では、農作物の収穫量の減少や収穫時期の変化、畜産・漁業での生産量・漁獲量が減少する可能性、健康面では酷暑による労働生産性の低下、熱中症の増加、感染症のリスクの高まりなどが懸念されている。産業界への影響としては、例えば建設業においては、将来的な建築設計基準の見直しや、作業員の熱中症リスクの増加など、特に重大な影響が懸念されている。その他、気候変動の影響により社会不安が増大、現時点では日本における影響評価はできないとしつつも、気候変動が紛争リスクの一因となり得ることが指摘されている。

(4) 変化には両面あり、恩恵を受ける場合もある

一方、気候変動というネガティブな面が強調されがちであるが、変化が起こることとは、今までになかった機会があるということでもある。例えば農業では、CO₂の施肥効果で収穫量が増える農作物があったり、以前より収穫できる季節が長くなったり、冷害が減少したり、より温暖な地域でできていた作物が生産できるようになったりと、プラスの効果が得られるケースもある。また、再生可能エネルギー技術・CO₂除去技術の発展や、変化に伴う新たな需要が見込まれる。例えば、炭素をより排出しない環境負荷の低

⁷⁾ 環境省「気候変動影響評価報告書」, <http://www.env.go.jp/earth/tekiou.html>

い素材開発や暑さ対策の高機能素材などの需要の高まりも考えられる。

<コラム2> イチゴ農家🍓と気候変動

福岡のとあるイチゴ（あまおう）農家では、以前より暖かいためにイチゴの色づきのタイミングが早まって、長期間出荷できるようになったり、農閑期の夏場に土壌消毒をする際、以前より消毒の効き目がよくなったりと、好ましい変化もあるという。

3. 国際社会の動向

(1) 国連の動向～京都議定書からパリ協定へ～

国連気候変動枠組条約締約国会議(COP)⁸にて、1997年に初めて国際的に炭素排出削減に取り組む枠組みである「京都議定書」が採択されたが、途上国には義務がなく、効果は限定的であった。その後、2015年に後継の「パリ協定」が採択され、2020年から発効している。パリ協定では、世界の平均気温上昇を産業革命前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をすることが定められた。画期的な点は、途上国を含む全ての参加国に排出削減の努力を求める枠組みであること、また各国がボトムアップで努力目標を掲げ、どの程度達成できたか、5年ごとに確認する仕組みを導入したことである。

(2) 気候変動研究

気候変動研究は、「気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel for Climate Change: IPCC⁹)」が詳しくまとめている。IPCCは、1988年に国連環境計画と世界気象機関によって設立された。世界中から選ばれた専門家集団が、論文や観測データからまとめる報告書を概ね6年毎に発表している。2021年9月現在、第6次報告書が発表されている途中である（詳細はコラム1参照）。本稿で説明する様々な緩和や適応の活動の科学的根拠として、重要な役割を担っている。

(3) 気候変動に関する国際的なイニシアティブの動向

パリ協定に呼応し、国際的なイニシアティブによる気候変動に関する情報開示や脱炭素に向けた目標設定の動きが進展している。G20の要請で金融安定理事会(FSB)が設立した**TCFD(気候関連財務情報開示タスクフォース)**¹⁰は、気候関連の財務情報を投資家向けに開示することを求めており、国内外で賛同する企業が年々増加している。当初その取り組みは任意であったが、義務化する国も出てきている。**CDP**¹¹は企業のCO2排出量や気候変動の取り組みを質問書にて収集し、その回答を分析、評価する非政府組織(NGO)であり、その結果は開示され、機関投資家の投資判断材料にもなっている。

⁸ 環境省, <http://www.env.go.jp/earth/copcmpcma.html>

⁹ IPCC, <https://www.ipcc.ch/>

¹⁰ TCFD, <https://www.fsb-tcfid.org/>

¹¹ CDP, <https://www.cdp.net/en>

SBT イニシアティブは、パリ協定の目標に合致する炭素排出削減目標 (Science Based Targets; SBT)の設定を企業に推進する取り組み¹²、**RE100**は再生可能エネルギーで事業活動のエネルギーを賄うこと(Renewable Energy 100%)を目指す環境イニシアティブ¹³であり、それぞれ必要な要件が満たされた企業の認定を行っている。表 1 参照のこと。

■表 1 主な国際イニシアティブ一覧

国際イニシアティブ	内容
	賛同機関に気候変動関連リスクと機会について次の項目について開示を進めることを求めている。Governance(ガバナンス), Strategy (戦略), Risk Management (リスク管理), Metrics and Targets(目標と指標)。
	企業が設定する温室効果ガス排出削減目標が、パリ協定の目標と整合している場合に SBT イニシアティブにより科学的根拠に基づいた目標として認定される。
	「気候変動」「水」「森林」に対する取り組みへの質問状を企業に送付し、回答を分析して評価。
	事業で使用する電力を 100%再生可能エネルギーで調達することを目標にした取り組み。

なお、TCFDをはじめとしたこれらの国際的なイニシアティブの動向については、弊社レポート^{14,15,16}で詳しく解説しているため、参照されたい。

<コラム 3 >カーボンバジェット・カーボンニュートラル

¹² SBT, <https://sciencebasedtargets.org/>

¹³ RE100, <https://www.there100.org/>

¹⁴ リスクマネジメント最前線 2020 年 No.19、「企業における気候変動対応の最新動向」
<https://www.tokiorisk.co.jp/publication/report/riskmanagement/pdf/pdf-riskmanagement-346.pdf>

¹⁵ リスクマネジメント最前線 2018 年 No.18「企業に求められる TCFD のシナリオ分析に関する対する対応」
<https://www.tokiorisk.co.jp/publication/report/riskmanagement/pdf/pdf-riskmanagement-216.pdf>

¹⁶ リスクマネジメント最前線 2018 年 No.3「CDP 気候変動 2018 質問書」について」
<https://www.tokiorisk.co.jp/publication/report/riskmanagement/pdf/pdf-riskmanagement-204.pdf>

カーボンバジェットや**カーボンニュートラル**という言葉をししばし耳にするようになった。それぞれの意味を簡単に解説する。

カーボンバジェット：地球温暖化の進行は累積排出 CO₂ 量にほぼ比例する。このため、ある温度、例えばパリ協定の目標である+1.5℃に温暖化を抑えるためには、人類が排出できる残りの CO₂ の総量が計算できる。バジェット、つまり CO₂ の予算見積もりがわかる。そして目標までの余裕が現状どれだけかも見積もられ、人類が後どれだけ排出できるかがわかるのである。

カーボンニュートラル：人為活動の過程で排出される CO₂ と吸収量、除去量との差し引きが 0 になっている状態。

4. 政府の動向

近年、国際社会の動向に呼応して、日本政府や省庁も気候変動に関する活動が活発になっている。

2018 年 6 月、気候変動適応法が公布され、国として初めて適応策が法的に位置づけられた。2020 年 10 月、菅義偉内閣総理大臣は所信表明演説の中で「2050 年までに、**カーボンニュートラル**、**脱炭素社会**の実現を目指す」ことを宣言した。日本政府として初めての明確な脱炭素の言及である。さらに、2021 年 4 月には、気候サミットにて「2030 年の温室効果ガス排出量削減目標を、2013 年比 46%減とする」ことを表明した。それまでは 26%減を目指していたことから大幅な上方修正であり、実現には相当の努力を要する目標である。

その他、各省庁の動きとしては、国土交通省では、2019 年 10 月に「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」提言を取りまとめ、その後気候変動による降雨量の増加を反映した治水対策の具体的な方策について検討が進められている¹⁷。環境省では、気候変動適応法に基づく気候変動適応計画を策定し、これに伴い様々な適応施策を進めており、2021 年 8 月、2022 年度の税制改革に炭素税導入への要望を行う方針であることを表明した。経済産業省は、2020 年 9 月に「クライメート・イノベーション・ファイナンス戦略 2020」を公表し、トランジション（産業界が脱炭素化に向かっていくための移行）・ファイナンスを推進している。金融庁では、企業の気候変動リスクに関する開示を義務付ける検討を本格化しているとの報道もある¹⁸ ¹⁹。このような政府、省庁の動向から、近い将来規制強化等、企業が対応を迫られる事態が出てくると予想される。

¹⁷ 国土交通省「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」

¹⁸ 日本経済新聞「金融庁、気候リスク開示義務を議論 欧米を意識」（9 月 2 日付）
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUB01C2T001092021000000/>

¹⁹ NHK「気候変動リスクに関する企業の情報開示の在り方 本格的に検討」<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210902/k10013238951000.html>

5. 企業は何を求められているか

企業が求められていることは、気候変動リスクに備え、かつビジネス機会と捉えることである。例えばカーボンニュートラル（脱炭素）に如何に取り組んでいるかということ自体に加えて、将来の気候変動を想定した場合の事業への影響評価や戦略、その取り組み内容を開示することが重要となってきている。この開示のキーとなるのが、TCFD 等、国際的なイニシアティブへの参加である。日本は 2019 年に TCFD 賛同機関数が世界一となり、以後最も賛同機関が多い国となっている（2021 年 7 月 31 日時点 458 機関²⁰）。日本取引所グループ(JPX)は、2021 年 6 月、コーポレートガバナンス・コードを改訂し、特にプライム市場上場会社は、気候変動に関する開示について TCFD 等に沿った情報開示をすべきという内容が新設されるなど²¹、ますます企業の具体的なアクションが求められている。

現状では、TCFD の例では、情報開示の方法に規則などはなく、あくまで自主的なものに留まっている。よって、まずはできるところ、できそうなところから取り組むことが良いのではないだろうか。ガバナンスの例では、取締役会の議題として気候変動が取り上げられていることを記載する、戦略の例では、短期・中期・長期戦略に気候変動のリスクと機会を考慮し、それに対する取り組みを記載する、といった例がある。また、既に取り組んでいる企業も、より厳しい規制になったときにすぐ対応できるよう、取り組みを一層進める必要があるだろう。本稿が、気候変動リスクに取り組む一助となれば幸甚である。

〔2021 年 8 月 31 日 発行〕

²⁰ 環境省「地域金融機関の TCFD 対応セミナー 第 1 回」

https://pfa21.jp/wp2018/wp-content/uploads/01_MOE_Summary_of_TCFD.pdf

²¹ 株式会社東京証券取引所「コーポレートガバナンス・コード（2021 年 6 月 11 日）」

<https://www.jpix.co.jp/news/1020/20210611-01.html>

To Be a Good Company

東京海上ディーアール株式会社

企業財産本部 リスク定量化ユニット 上級主任研究員 大垣内 るみ（専門分野：気候変動リスク）

主席研究員 篠原 瑞生（専門分野：自然災害リスク定量化、キャットモデリング）

〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-5-1 大手町ファーストスクエア ウェストタワー23F

www.tokiorisk.co.jp